УДК 591.483:591.472

Н. Н. Ильенко

К ИННЕРВАЦИИ СИНОВИАЛЬНОЙ ОБОЛОЧКИ СУСТАВОВ ГРУДНЫХ КОНЕЧНОСТЕЙ НЕКОТОРЫХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

Суставная капсула состоит из двух, отличных по своей морфологии, но единых по источникам развития, васкуляризации и иннервации слоев: наружного — фиброзного, и внутреннего — синовиального. Фиброзный слой состоит из плотной оформленной соединительной ткани, коллагеновые волокна которой волнисто извиты, благодаря чему капсула сустава после ее растяжения при сгибательно-разгибательных движениях конечности, как бы автоматически сокращаясь, возвращается в исходное состояние. В этом слое расположены основные магистральные сосуды и нервы капсулы сустава. Синовиальный слой, или синовиальная оболочка, состоит в основном из рыхлой неоформленной соединительной ткани. В ней выделяют клеточный, поверхностный коллагеново-эластический и глубокий коллагеново-эластический слои. Последний без резких границ переходит в фиброзный слой капсулы. На поверхности клеточного слоя имеются различной длины и формы выросты синовиальной оболочки — синовиальные ворсины, направленные в полость сустава. Крупные ворсины обычно имеют много мелких отростков, лишенных сосудов и нервов. Густота ворсин неравномерна по площади оболочки. В синовиальной оболочке и особенно в ее ворсинах постоянно совершаются процессы, связанные с продуцированием синовии. Синовиальные ворсины представляют собой наиболее лабильные образования, в которых отражаются тканевые изменения, происходящие во всем синовиальном слое (Каллистов, 1951; Мажуга, 1961; Щегольков, 1962).

Имеющиеся работы, посвященные описанию нервных структур синовиальной оболочки суставов конечностей человека и некоторых животных, не дают представления о видовых особенностях иннервации синовиальной оболочки. Кроме того, лишь некоторые исследователи, и то в недостаточной мере, уделяли внимание иннервации синовиальных ворсин. Так в синовиальном слое были выявлены и описаны сплетения в основном безмякотных нервных волокон (Hagen-Torn, 1883; Gerneck, 1932; Oda, 1935; Sunder-Plassmann u. Daubenspeck, 1938), а в синовиальных ворсинах — мякотные нервные волокна. Проводилось изучение синовиального слоя вместе с ворсинами (Оганесян, 1952; Павлова, 1961), были описаны нервы соматической и симпатической природы в синовиальной оболочке коленного сустава человека и некоторых животных (Навальнева, 1968). При изучении иннервации капсулы суставов попутно описывались нервные структуры синовиального слоя (Henry et all., 1960; Barnett et all., 1961; Фрунташ, 1964; Polaćek, 1966 и др.). Однако все эти исследователи не затрагивали вопросов иннервации синовиальных ворсин.

Нами проведено исследование синовиальной оболочки плечевого, локтевого и запястного суставов нескольких видов животных с различным типом опоры конечностей и скоростью локомоции, в том числе: еж (*Erinaceus europaeus*), нутрия (*Myocastor coypus*), хомяк (*Cricetus cricetus*), собака (*Canis familiaris*), медведь (*Ursus arctos*), лошадь Прже-

вальского (*Equus przewalskii*), лошадь домашняя (*Equus caballus*), коза (*Capra hircus*), бык (*Bos taurus*).

Материал готовили к исследованию следующим образом. Сначала, под бинокулярным микроскопом ножницами обрезали ворсины (для удобства эта операция проводилась под водой) и собирали их в отдельный сосуд. Затем на замораживающем микротоме изготовляли тангенциальные срезы толщиной 30—60 мкм синовиальной оболочки и фиброзного слоя капсулы. Срезы из одного и другого слоев помещали в два разных сосуда. Ворсины и срезы обоих слоев импрегнировали раздельно. Нервные структуры выявляли путем импрегнации материала раствором азотнокислого серебра по методике Бильшовского-Гросс — Лаврентьева с докраской квасцовым кармином. Выборочно капсулы суставов козы домашней и собаки домашней окрашивали суправитально метиленовой синью по Догелю.

В результате исследования было установлено следующее. Нервные стволы синовиальной оболочки — это в основном ветви нервных стволов фиброзного слоя капсулы сустава. Они состоят из мякотных и безмякотных нервных волокон. Самые тонкие нервные стволики обнаружены нами в клеточном слое синовиальной оболочки и синовиальных ворсинах. Если в фиброзном слое нервные стволы направлены в большинстве случаев по ходу пучков коллагеновых волокон, то в синовиальном слое эти стволы и отдельные нервные волокна такую направленность теряют и организованы по типу сплетений. Как нервные стволы, так и отдельные нервные волокна на всем протяжении извитые. Нервные стволы и волокна по своему ходу разветвляются на стволы меньшего калибра. В результате этого суммарный диаметр ветвей нервного волокна оказывается даже большим, чем диаметр основного нервного волокна. Нервные элементы синовиальной оболочки распределены неравномерно. Обычно функционально более активные зоны оболочки насыщены нервными элементами в большей мере, чем менее активные зоны, где нервные структуры могут отсутствовать. К активным зонам, по нашим данным, относятся: в плечевом суставе — медио-волярная стенка сустава, в локтевом — дорсальная, в запястном — дорсальная стенка предплечезапястного сустава. Нами отмечены также особенности распределения нервных элементов по глубине синовиальной оболочки. Самая высокая плотность нервных сплетений, а также окончаний нервов выявляется на границе между фиброзной и синовиальной оболочками, т. е. в глубоком коллагеново-эластическом слое синовиальной оболочки. По направлению к суставной полости количество нервных элементов в синовиальной оболочке уменьшается. В клеточном слое синовиальной оболочки встречаются нервные стволики, имеющие в своем составе мякотные и безмякотные нервные волокна разного калибра, заканчивающиеся в основном свободными нервными окончаниями (рис. 1, *а* и *б*). В синовиальных ворсинах состав пучков нервов идентичен таковым клеточного слоя. Но здесь нервы имеют малый калибр, и шванновская глия нервов выявляется с большим трудом и при большом увеличении. В ворсинах, как правило, вокруг нервных стволиков отсутствуют периневральные влагалища. Нервные стволики ворсин находятся рядом с кровеносными сосудами. Отдельные же нервные волокна идут чаще всего самостоятельно (рис. 2, *а*, *б*, *в*, *г*). Было установлено, что иннервируются далеко не все ворсины. Нервные элементы выявлены в основном в крупных ворсинах, имеющих хорошо развитую кровеносную систему, состоящую из артериол, венул и капилляров. Вместе с тем встречаются ворсины, как бы полностью заполненые сплетениями капилляров, но не имеющие нервных элементов. В синовиальной оболочке, как и в фиброзном слое кап-

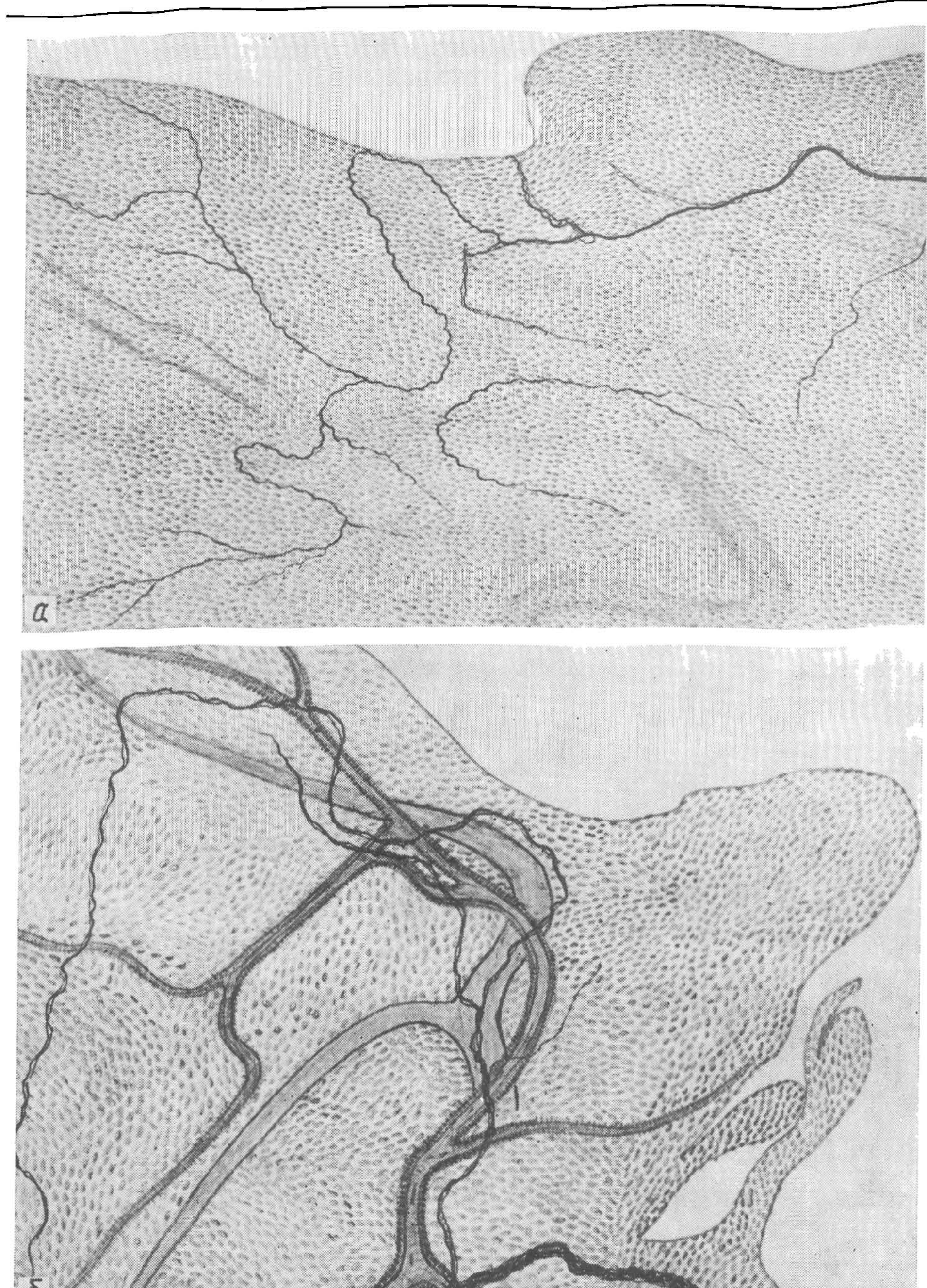


Рис. 1. Ветвления нервного ствола (*а*, *б*) в клеточном слое синовиальной оболочки капсулы запястного сустава собаки домашней (рисунок с микропрепарата, ув.: 10×12,5).

сулы сустава, выявлены нами три типа нервных окончаний: свободные, несвободные и инкапсулированные. Но количество и структура этих рецепторов в разных слоях синовиальной оболочки разные. Самая большая часть нервных окончаний и, притом более сложной структуры, на-

ходится в глубоком коллагеново-эластическом слое синовиальной оболочки. Наоборот, в синовиальных ворсинах обнаружены лишь простые свободные нервные окончания.

Нами проведен учет количества и произведены измерения инкапсулированных рецепторов фиброзного и синовиального слоев одного и того же сустава. Для этих целей избрана капсула плечевого сустава козы домашней по той причине, что в суставах грудной конечности этого жи-



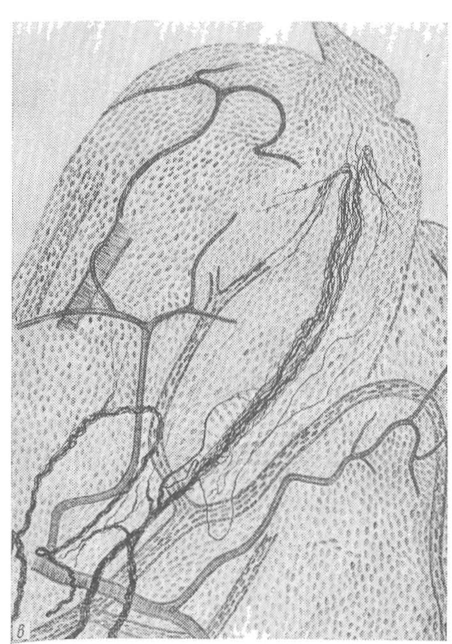


Рис. 2. Нервные структуры в синовиальных ворсинах капсулы запястья собаки (*а*, *б*, *в*) и козы домашней (*г*) (рисунки с микропрепаратов, ув.: 10×12,5).

вотного имеется лишь одна форма инкапсулированных рецепторов — колбы Краузе. Количество препаратов, изготовленных из одного и другого слоев, было примерно равным. Так, в одной и той же капсуле из 256 инкапсулированных рецепторов фиброзный слой содержит — 180 штук, а синовиальный — 76 (около 26%). При этом отмечена следующая тенденция. Ближе к клеточному слою в синовиальной оболочке расположены инкапсулированные рецепторы меньших размеров. В общем же размеры инкапсулированных рецепторов, выявленные в обоих слоях, отличаются незначительно. Например, средняя длина их в фиброзном слое равна 145,8±4 (σ±54,5) мкм, а средняя длина аналогичных рецепторов синовиального слоя — 142,2±5,9 (σ±51,4) мкм. Диаметр тех же структур: 37,6±1,15 (σ±15,4) и 38,7±1,4 (σ±12,1) мкм соответственно.

В синовиальном и фиброзном слоях одноименного сустава встречаются идентичные формы инкапсулированных рецепторов. Так, у ежа, хомяка, собаки, козы и быка они представлены одной формой инкапсулированных рецепторов — колбами Краузе; у медведя и нутрии — двумя; колбами Краузе и тельцами Фатер — Пачини; у лошади Пржевальского и лошади домашней — тремя: колбами Краузе, тельцами Руффини и тельцами Гольджи — Маццони. Заметной разницы в структуре различных типов и форм рецепторов синовиальной оболочки капсулы (плечевого, локтевого и запястного суставов) у перечисленных животных выявлено не было.

Таким образом, причину морфологических различий синовиальной оболочки и особенно ее поверхностного слоя с синовиальными ворсинами, следует усматривать, очевидно, в той роли, которую они играют в процессах жизнедеятельности суставов. Этим же, по-видимому, обусловлена и структура нервных компонентов и особенно рецепторного аппарата синовиальной оболочки и синовиальных ворсин, в частности.

ЛИТЕРАТУРА

Каллистов И. П. К вопросу о строении синовиальной оболочки коленного сустава. Труды V Всес. съезда анатомов, гистол. и эмбриол. Л., 1951, с. 168—171.
Мажуга П. М. Пластичность кровеносного русла синовиальной оболочки в связи с различной функцией суставов.— Докл. АН СССР, 1961, 137, № 5, с. 1237—1240.
Навальнева Л. А. Иннервация синовиальной оболочки коленного сустава (экспериментальное исследование).— Ортопед., травматол. и протезир., 1968, № 10, с. 80—83.
Оганесян Т. Г. Функциональные изменения иннервации синовиальной оболочки коленного сустава особенно ее ворсин в нормальных условиях.— Архив АГЭ, 1952, № 6, с. 60—67.
Павлова В. Н. Функциональная морфология синовиальной оболочки коленного сустава человека и животных. Автореф. докт. дис., М., 1961, 25 с.
Фрунташ Н. М. Иннервация коленного сустава человека. Автореф. канд. дис., Кишинев, 1964, 27с.
Щегольков А. Н. Влияние функции на состояние кровеносного русла синовиальной оболочки и ее производных. Автореф. канд. дис., К., 1962, 19с.
Barnett C. H., Davies D. V., MacConail M. A. Sinovial joints their structure and mechanics. The nerve supply of joints. Longmans, London, 1961, p. 105—116.
Gerneck I. Über die Innervation der Sinovialmembran beim Menschen.— Zeitschr. f. Anat.u. Entwiecklungsgesch., Bd. 97, H. 3/4, 1932, s. 515—534.
Hagen-Torn O. (St. Petersburg). Entwieklung und Bau der Synovialmembranen.— mikroscop. Anat., Bd. 21, 1883, s. 591—659.
Henry J. Ralston, Malkolm Miller, Michiko Kasahara. Nerve endings human fasciae, tendons, ligaments, periosteum and sinovial membrane.— Anat. Rec., 1960, vol. 2, p. 136.
Oda M. Über die Nervenendigungen, die sich in Gelenkkapsel und Sinovialhaut verteilen, und über die Nerven in der Knorpelgeweben. Mitteilung. medizin. Akad. zu Kioto. H. 1., 1935, s. 677—679.
Polaček P. Receptors of the joint. Their structure, variability and classification. Brno., 1966.
Sfameni A. Recherches anatomiques sul l'existence des nerfs et sur leur mode de se terminer dans le tissues adipeux, dans le p'erioste, dans le p'erichondre et dans les tissus qui renforcent les articulations.— Arch. Ital. Biol. (Turin), t. 38, 1902, p. 49—101.
Sunder-Plassmann P. u. Daubenspeck K. Die vegetative Innervation der Sinovialmembran des menschlichen Kniegelenkes.— Deutsch. Zbl. chir. Bd. 250, H. 2/3, 1938, s. 158—166.

Институт зоологии
АН УССР

Поступила в редакцию
23.XII 1975 г.

N. N. Il'enko

ON INNERVATION OF SYNOVIAL MEMBRANE OF THORACIC LIMB JOINTS IN SOME MAMMALS

Summary

Intraorganic nerve structures of the synovial membrane and synovial villi of the shoulder, elbow and carpal joints capsule were studied in 9 mammal species. Three types of nerve endings are found in the synovial membrane: free, not free and incapsulated; in synovial villi only free nerve endings are found. Differences in distribution of nerve structures in the synovial membrane are found as dependent on the capsule part and membrane layer.

Institute of Zoology,
Academy of Sciences, Ukrainian SSR